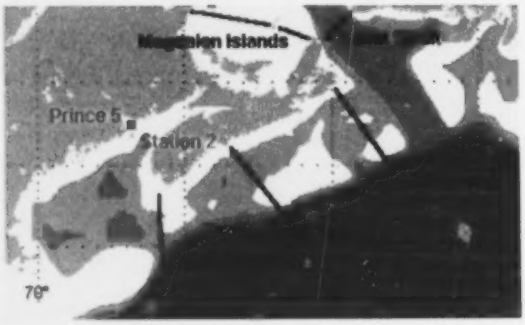
Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada
Science | Sciences
Maritimes Region
Ecosystem Status Report 2003/005

2002 State of the Ocean: Physical Oceanographic Conditions on the Scotian Shelf, Bay of Fundy and Gulf of Maine



Background

The physical oceanographic environment influences the yield (growth, reproduction, survival), and behaviour (distribution catchability, availability) of marine organisms as well as the operations of the fishing industry. Changes in this environment may contribute directly to variations in resource yield, reproductive potential, catchability, year-class size (recruitment) and spawning biomass as well as influence the perception of the resource status and the efficiency and profitability of the industry.

Physical oceanographic conditions (mainly water temperature and salinity) are therefore measured during research vessel resource surveys and regularly at fixed sites as part of the ***Atlantic Zonal Monitoring Program (AZMP)****. Additional hydrographic, meteorological and sea ice data are obtained from a variety of sources, including standard monitoring stations, research studies, ships-of-opportunity, fishing vessels, and remote sensing (satellites).*

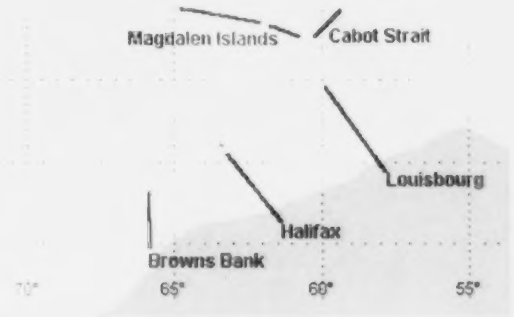
All of the hydrographic data are edited and archived in Canada's national Marine Environmental Data Service (MEDS) database. A working copy is maintained in a Northwest Atlantic database at the Bedford Institute of Oceanography.

Summary

- Annual average air temperatures over the Scotian Shelf, Bay of Fundy and eastern Gulf of Maine were warmer-than-normal.
- The amount of sea ice that was observed seaward of Cabot Strait remained low for the fifth consecutive year.
- Sea-surface temperatures were generally warmer-than-normal in the Gulf of Maine with Boothbay Harbor in Maine recording it warmest year since the 1950s and the third warmest in its 97-year record.
- Slightly warmer-than-normal bottom waters covered most of the Scotian Shelf and the Gulf of Maine in 2002, and a significant increase compared to 2001.
- Salinities tended to be saltier-than-average, especially at Prince 5 in the Bay of Fundy where they were at their highest level since 1980.
- Vertical stratification in the top 50 m over the Scotian Shelf was lower-than-average, and continued the decreasing trend of the past three years.

Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada
Science | Sciences
Maritimes Region | Ecosystem Status Report 2003/005

2002 State of the Ocean: Physical Oceanographic Conditions on the Scotian Shelf, Bay of Fundy and Gulf of Maine



Background

The physical oceanographic environment influences the yield (growth, reproduction, survival), and behaviour (distribution, catchability, availability) of marine organisms as well as the operations of the fishing industry. Changes in this environment may contribute directly to variations in resource yield, reproductive potential, catchability, year-class size (recruitment) and spawning biomass as well as influence the perception of the resource status and the efficiency and profitability of the industry.

Physical oceanographic conditions (mainly water temperature and salinity) are therefore measured during research vessel resource surveys and regularly at fixed sites as part of the ***Atlantic Zonal Monitoring Program (AZMP)****. Additional hydrographic, meteorological and sea ice data are obtained from a variety of sources, including standard monitoring stations, research studies, ships-of-opportunity, fishing vessels, and remote sensing (satellites).*

All of the hydrographic data are edited and archived in Canada's national Marine Environmental Data Service (MEDS) database. A working copy is maintained in a Northwest Atlantic database at the Bedford Institute of Oceanography.

Summary

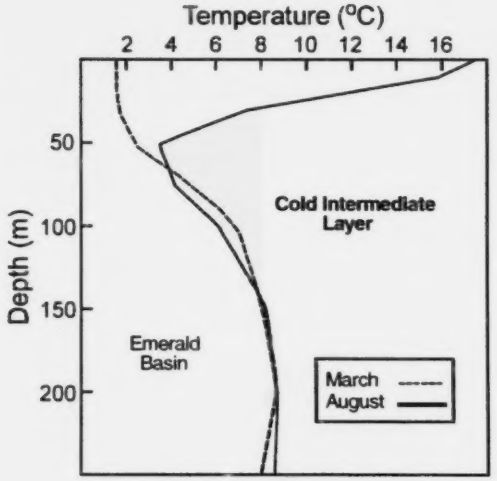
- Annual average air temperatures over the Scotian Shelf, Bay of Fundy and eastern Gulf of Maine were warmer-than-normal.
- The amount of sea ice that was observed seaward of Cabot Strait remained low for the fifth consecutive year.
- Sea-surface temperatures were generally warmer-than-normal in the Gulf of Maine with Boothbay Harbor in Maine recording it warmest year since the 1950s and the third warmest in its 97-year record.
- Slightly warmer-than-normal bottom waters covered most of the Scotian Shelf and the Gulf of Maine in 2002, and a significant increase compared to 2001.
- Salinities tended to be saltier-than-average, especially at Prince 5 in the Bay of Fundy where they were at their highest level since 1980.
- Vertical stratification in the top 50 m over the Scotian Shelf was lower-than-average, and continued the decreasing trend of the past three years.

Average Conditions

Temperature and salinity conditions within the Scotian Shelf, Bay of Fundy and Gulf of Maine vary spatially due to complex bottom topography, transport from upstream sources such as the Gulf of St. Lawrence, melting of sea-ice in spring, and exchange with the adjacent, offshore slope waters. Water properties are also characterized by large seasonal cycles, depth differences and horizontal east-west and inshore-offshore gradients.

The seasonal temperature range of the waters over the Scotian Shelf decreases with depth. At the surface, the range is about 16°C but there is little or no seasonal change at depths greater than approximately 150 to 200 m. In the shallow regions of the Gulf of Maine, such as Lurcher Shoals, the Bay of Fundy and Georges Bank, the seasonal cycle shows much less change with depth due to vertical mixing by the strong tidal currents.

In the winter, the water column in deep regions of the Scotian Shelf consists of two layers separated by a transition zone, as can be seen in the plot of temperature as a function of depth in Emerald Basin.



The upper layer is mixed by the winter winds and contains cold, low salinity water. The bottom layer has relatively warm and salty water. The latter originates from the offshore slope region and enters the Shelf through deep channels or gullies. In summer, seasonal heating forms a thin (30-40 m) warm upper layer. The winter-cooled waters form a cold intermediate layer (CIL; 40-150 m) and the warm bottom layer remains unchanged. Variation in this vertical structure occurs over the shelf. The warm offshore waters do not penetrate onto the eastern Scotian Shelf and hence waters typical of the CIL (temperatures less than 5°C) extend to the bottom. Further, throughout the Scotian Shelf where depths are shallower than 150 m, there is no warm bottom layer. In areas of strong tidal currents, such as off southwest Nova Scotia, the waters even in summer are vertically well mixed.

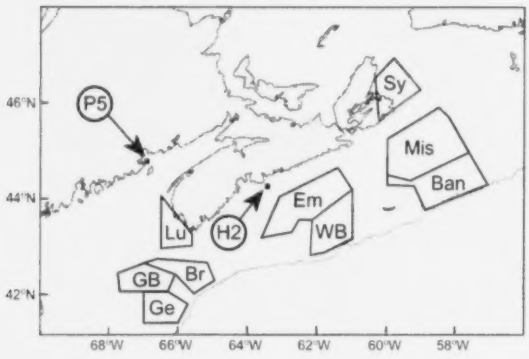
Temperatures and salinities generally increase from east to west and from inshore to offshore due to the influences of the warmer, more saline offshore waters and the outflow of the fresher water from the Gulf of St. Lawrence. For example, in the summer within the CIL, the 50 m temperatures typically range from 0-3°C over the eastern Scotian Shelf, 3-8°C over much of the central shelf and 6-9°C over the western Scotian Shelf, eastern Gulf of Maine and Bay of Fundy. The one exception to the general trend in horizontal distributions is the surface temperatures in summer, when they increase from west to east due to the warm surface outflow from the Gulf of St. Lawrence.

The near-bottom temperatures display similar ranges to those at 50 m, except over the central shelf where the range increases to 3-9°C, the slightly higher

range being caused by the intrusion of the offshore waters.

Long-Term Time Trends

Year-to-year, water temperatures on the Scotian Shelf and in the Gulf of Maine are among the most variable in the North Atlantic Ocean. Information on this variability is derived from several sources. Long-term coastal sea-surface temperatures are available at Halifax and St. Andrews. Hydrographic monitoring sites within the region include Prince 5 (P5), located at the mouth of the Bay of Fundy, and a new monitoring site established in 1998 at the location of standard station 2 on the Halifax Line (H2). Monthly temperature and salinity data have been collected at Prince 5 since the 1920s. The Atlantic Zonal Monitoring Program (AZMP) has also reinstituted the occupation of standard sections including the Halifax Line. In addition to these data from the monitoring sites and sections, temperature time series have been constructed for several areas from data collected during fisheries surveys and oceanographic studies.



Sy - Sydney Bight
Ban - Banquereau
WB - Western Bank
Lu - Lurcher Shoals
GB - Georges Basin
P5 - Prince 5
Mis - Misaine Bank
Em - Emerald Basin
H2 - Halifax Stn 2
Br - Browns Bank
Ge - Georges Bank

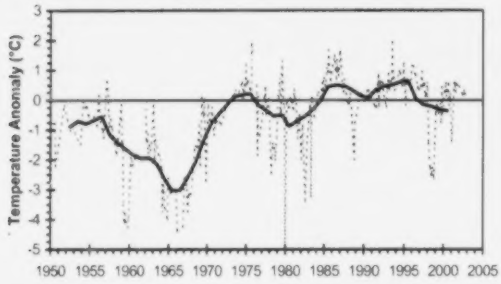
In order to detect time trends in temperature, the seasonal cycle is removed by calculating deviations (anomalies) of temperatures from the long-term (1971-2000) monthly averages for each area. Inter-annual variability is also expressed as anomalies. With the exception of the Prince 5 series, the data from most areas are sparse prior to 1950.

In general, the temperature records are characterized by short period spikes, superimposed on long period (10-30 year) trends with amplitudes of 1-2°C. The spikes often represent "noise" due in large part to limited amounts of data and usually show little similarity from area to area. The long-period trends show strong similarity over much of the Scotian Shelf and the Gulf of Maine. In the time series plots, the dashed lines indicate monthly averages and the solid lines are the 5-year running averages of the annual averages.

The temperature pattern in Emerald Basin is representative of the long-period trends in the deep waters throughout the central and western shelf and in the Gulf of Maine. Temperatures were near or above average in the 1950s and declined to below average in the 1960s. The extended period with the lowest temperatures occurred during the mid-1960s. Temperatures rose rapidly in the late 1960s and from the 1970s to 1997 generally remained warmer-than-average. Indeed, the highest sustained temperature anomalies in the approximate 50-year record were observed in the 1990s. In 1998 there was a rapid decline to levels not seen since the early 1980s and the 1960s. These cold waters were in turn replaced with waters of temperatures near to their long-term average in 1999 and warmer in 2000 and 2001. Temperatures events in

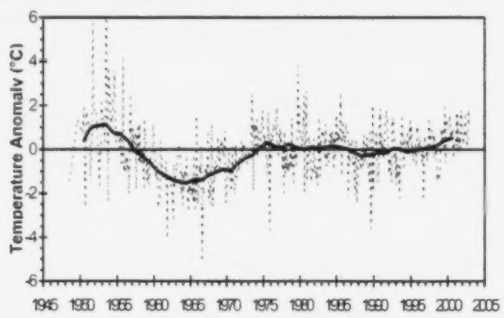
2002 are discussed in more detail in the next section.

Emerald Basin – 250 m



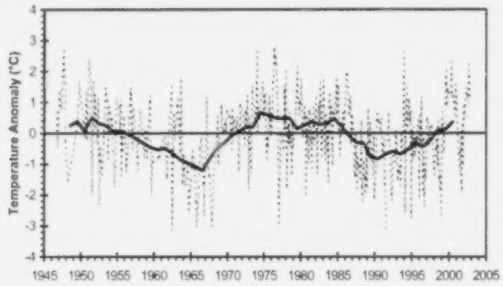
In shallower waters over the shelf, temperature trends were similar to those in the deep waters until the mid-1980s. Temperatures on eastern Georges Bank, which are representative of the offshore banks including Browns and Western, tended to be above average through most of the 1970s and 1980s but declined slightly in the late 1980s. Through the 1990s, temperature anomalies varied above and below zero but the 5-year running averages have generally remained above normal in recent years.

Eastern Georges Bank – 50 m



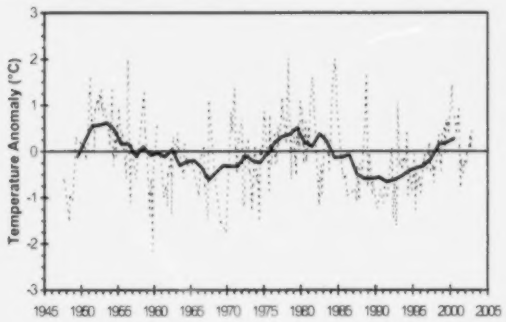
Temperatures in the shallow inshore areas of southwest Nova Scotia (Lurcher Shoals) show a clear decline from the mid-1980s to the early 1990s, reaching levels comparable to those in the cold period of the 1960s. Temperatures generally remained below average from the mid-1980s to the late 1990s. In 1999 and 2000 they rose to above normal but fell dramatically in 2001.

Lurcher Shoals – 50 m



In intermediate and deep waters of the eastern shelf, as exemplified by Misaine Bank, the amplitude of the long-period temperature trend is smaller (order 1°C) than for the rest of the shelf. Also, the low temperature anomalies during the 1960s were not as cold as elsewhere on the Scotian Shelf such as in Emerald Basin or over Lurcher Shoals. From the late-1960s to the mid-1970s, temperatures at Misaine Bank oscillated near or above average. They rose above normal around 1980 but by the mid-1980s, temperatures fell sharply. Throughout most of the water column, temperatures were generally colder-than-normal until the late 1990s. The minimum temperature was recorded in the early 1990s, after which temperature anomalies rose. By 1999 and 2000 anomalies were above the long-term average but fell in 2001 to below average. The long-term temperature trends over the eastern inshore areas (e.g. Sydney Bight) and offshore banks (e.g. Banquereau) are similar to those in the Misaine area.

Misaine Bank – 100 m

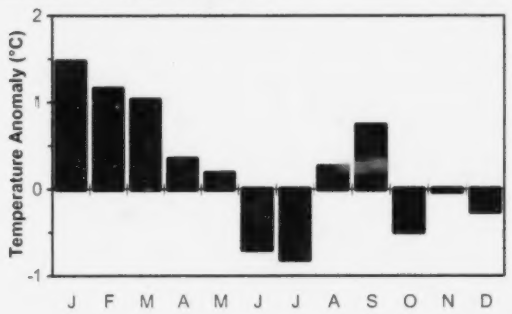


In the deep waters of Cabot Strait, temperatures were coldest during the 1960s but have been above or near average in recent years.

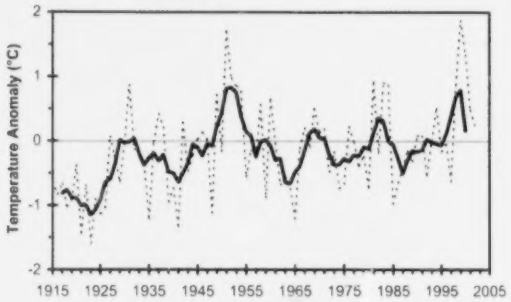
The general temperature trends described above are reflected in the time series of the summer research vessel stratified average near-bottom temperatures for the Bay of Fundy (NAFO Division 4X) as well as the western (4X), central (4W) and eastern (4Vs) Scotian Shelf.

Conditions in 2002

Sable Island Air Temperatures
2002 Monthly Anomalies



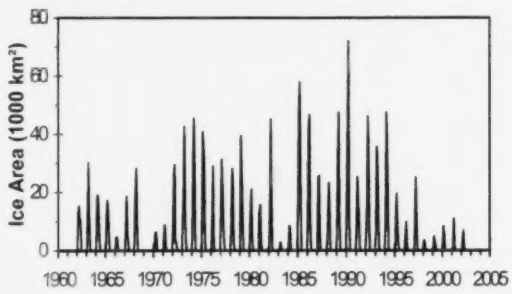
Annual Time Series



Annual air temperatures over the Scotian Shelf, Bay of Fundy and eastern Gulf of Maine were warmer-than-normal in 2002. This was due mostly to warm conditions in the winter, early spring and late summer. The maximum monthly anomaly was in January (>1.5°C). Although 2001 was warmer-than-average, the annual temperature declined for the third consecutive year after the record setting high in 1999.

The amount of sea ice that was observed seaward of Cabot Strait in 2002 remained low for the fifth consecutive year. Most of this ice was located in the Sydney Bight region, with little ice reaching the Scotian Shelf proper. The total number of days with ice seaward of Cabot Strait in 2002 was the third lowest and the integrated ice coverage (the sum of the daily areas of ice) was the second lowest in the 41-year record.

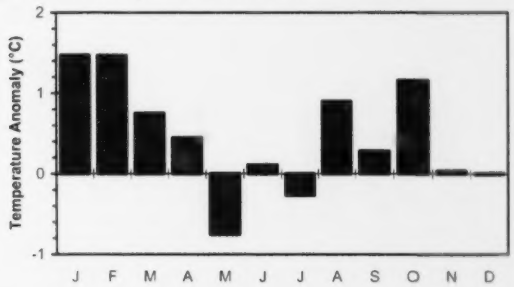
Monthly Average Area of Sea Ice
Seaward of Cabot Strait



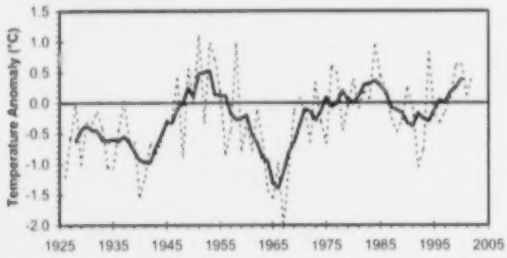
Monthly average coastal sea-surface temperatures in the Gulf of Maine during 2002 were warmer-than-normal continuing the trend of positive temperature anomalies that persisted through the 1990s. At Boothbay Harbor Maine, it was the warmest year since the 1950s and the third warmest in the 97-year record. St. Andrews, N.B., recorded its ninth warmest year in 81 years. In contrast, at Halifax, monthly average temperatures were generally colder-than-normal, similar to 2001 and below the warm conditions observed in 1999 and 2000.

At Prince 5, monthly average temperatures throughout the water column were dominated by warmer-than-average conditions. Annual average temperatures were above normal. At all depths temperatures increased relative to 2001 values. The annual salinity anomalies at Prince 5 were saltier-than-normal, rising dramatically from the 1999-2001 values, and well above the fresh conditions of the 1990s. The annual average salinity was the highest since 1980.

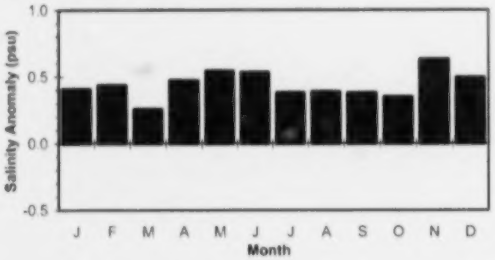
Prince 5 – 0 m
2002 Monthly Temperature Anomalies



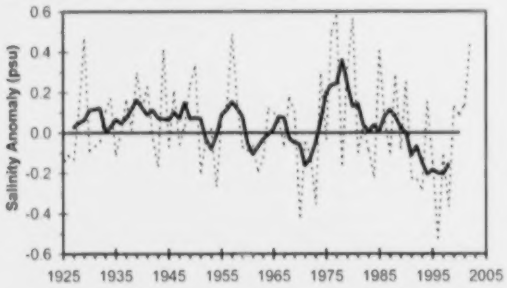
Annual Temperature Time Series



2002 Monthly Salinity Anomalies



Annual SalinityTime Series

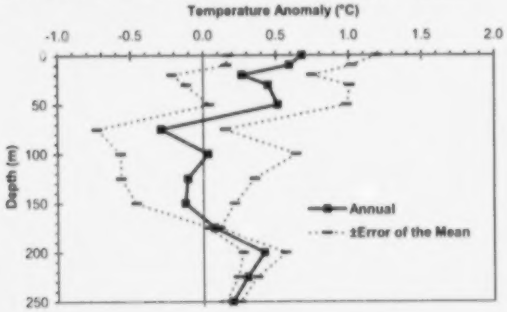


In the Laurentian Channel to the east of the Scotian Shelf, temperatures in the deep (200-300 m) waters at Cabot Strait were above normal in 2002, similar to 2000 and 2001. They are at levels not observed since the late 1970s.

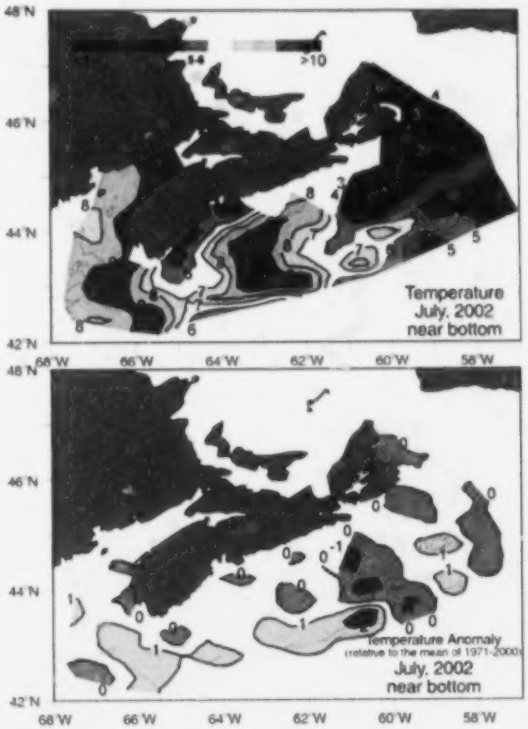
In 2002, the waters in Emerald Basin tended to be warmer-than-normal throughout the year in both the top 50 m and near bottom (200-250 m), resulting in positive annual temperature anomalies. At mid-depth (75 to 175 m), below normal annual temperatures were observed, but the latter were not considered significantly different than the long-term

averages based on the error of the means.

Emerald Basin
2002 Annual Temperature Anomaly Profile



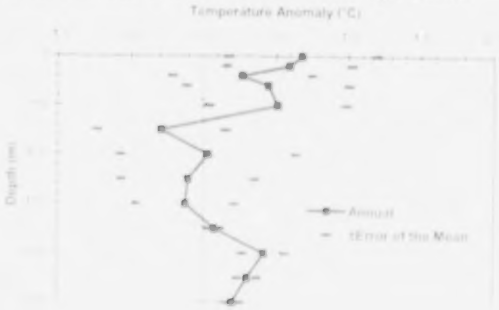
Near-bottom temperatures over most of the Scotian Shelf during the July groundfish survey of 2002 were mostly above normal. The few areas of below normal bottom temperatures were mainly found in the northeast. In all regions of the Shelf and in the Bay of Fundy, these temperatures increased substantially over those in 2001. This resulted in a return to conditions observed during the late 1990s. Emerald and LaHave Basins in the central shelf were covered by near-bottom temperatures >9°C, indicative of the influence of Warm Slope Water from offshore. Temperature anomalies at 50 m and 100 m from the July survey were also dominated by positive anomalies but with larger areas of colder-than-normal temperatures than near bottom.



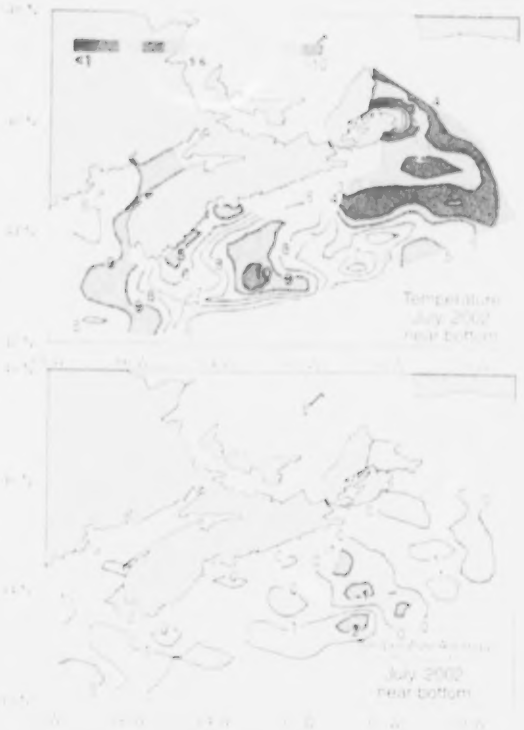
The temperatures at the surface ranged from over 16°C in the northeast to <11°C in the Bay of Fundy during the July groundfish survey in 2002. Over the outer two-thirds of the shelf, temperature anomalies indicated colder-than-normal temperatures, upwards of -2°C over parts of Emerald and LaHave Basins. Above normal surface temperatures were observed in the Gulf of Maine off southern Nova Scotia and inshore on the Scotian Shelf from the Laurentian Channel to an area south of Lunenburg Bay.

averages based on the error of the means.

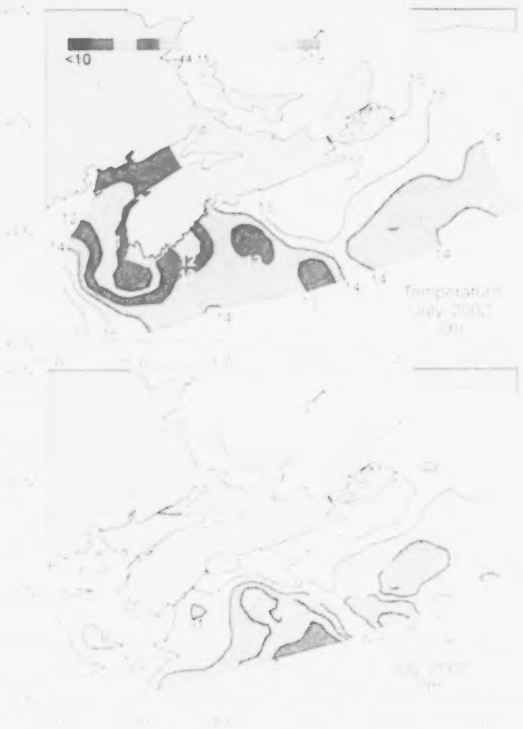
Emerald Basin
2002 Annual Temperature Anomaly Profile



Near-bottom temperatures over most of the Scotian Shelf during the July groundfish survey of 2002 were mostly above normal. The few areas of below normal bottom temperatures were mainly found in the northeast. In all regions of the Shelf and in the Bay of Fundy, these temperatures increased substantially over those in 2001. This resulted in a return to conditions observed during the late 1990s. Emerald and LaHave Basins in the central shelf were covered by near-bottom temperatures >9 C, indicative of the influence of Warm Slope Water from offshore. Temperature anomalies at 50 m and 100 m from the July survey were also dominated by positive anomalies but with larger areas of colder-than-normal temperatures than near bottom.



The temperatures at the surface ranged from over 16 C in the northeast to <11 C in the Bay of Fundy during the July groundfish survey in 2002. Over the outer two-thirds of the shelf, temperature anomalies indicated colder-than-normal temperatures, upwards of -2 C over parts of Emerald and LaHave Basins. Above normal surface temperatures were observed in the Gulf of Maine off southern Nova Scotia and inshore on the Scotian Shelf from the Laurentian Channel to an area south of Lunenburg Bay.



In the ocean, lighter water lies over top of denser waters. The density differences are due to differences in the temperature and salinity characteristics with depth. The difference in density with depth is referred to as density stratification. Through the 1990s, the density difference over the top 50 m averaged throughout the Scotian Shelf increased significantly. From the mid- to late 1990s, this stratification index was at or near its maximum in the approximately 50-year record. No increase in density stratification was observed in the Gulf of Maine, however. The primary cause of changes in the Scotian Shelf stratification was a freshening of the near-surface waters through advection of low salinity waters from off the Grand Bank. As the stratification increases in the upper layers, vertical mixing is reduced, which in turn can decrease nutrient replenishment to the surface waters. In 2002, stratification was lower-than-average and continued the decreasing trend of the past three years.

Density Stratification in Upper 50 m Over the Scotian Shelf

In 2002, the annual average position of the thermal boundaries between the shelf waters and the slope waters (the Shelf/Slope front) as well as between the slope waters and Gulf Stream (the north wall of the Gulf Stream) remained essentially unchanged relative to 2001. For the Shelf/Slope front, it was seaward of its long-term average position whereas the Gulf Stream front was shoreward of its long-term average.

For more Information

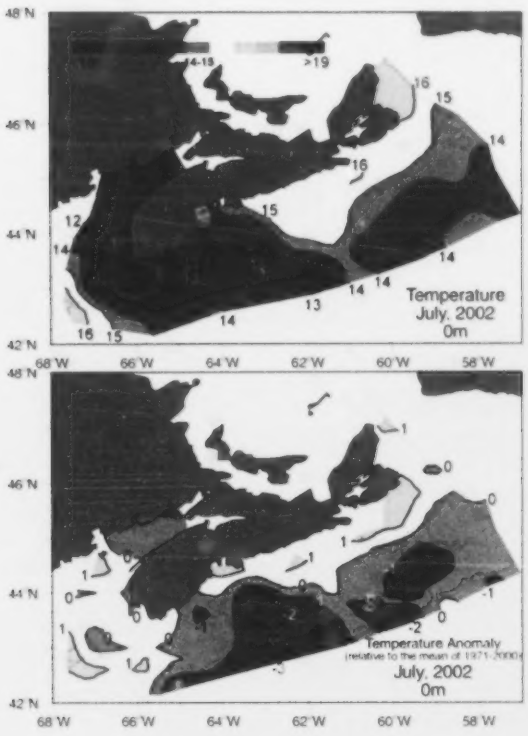
Contact:

Ken Drinkwater
Bedford Institute of Oceanography
P.O. Box 1006
Dartmouth, Nova Scotia
B2Y 4A2

Tel: (902) 426-2650
Fax: (902) 426-7827
Email: drinkwaterk@mar.dfo-mpo.gc.ca

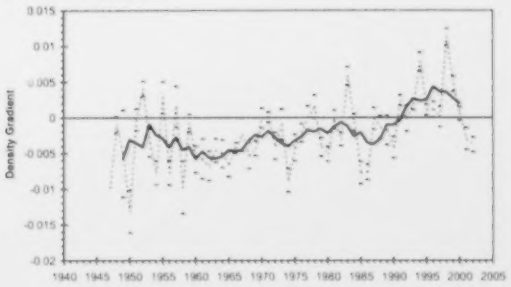
References

Drinkwater, K.F., B. Petrie, R.G. Pettipas, and W.M. Petrie. 2003. Overview of meteorological, sea ice and sea-surface temperature conditions off



In the ocean, lighter water lies over top of denser waters. The density differences are due to differences in the temperature and salinity characteristics with depth. The difference in density with depth is referred to as density stratification. Through the 1990s, the density difference over the top 50 m averaged throughout the Scotian Shelf increased significantly. From the mid- to late 1990s, this stratification index was at or near its maximum in the approximately 50-year record. No increase in density stratification was observed in the Gulf of Maine, however. The primary cause of changes in the Scotian Shelf stratification was a freshening of the near-surface waters through advection of low salinity waters from off the Grand Bank. As the stratification increases in the upper layers, vertical mixing is reduced, which in turn can decrease nutrient replenishment to the surface waters. In 2002, stratification was lower-than-average and continued the decreasing trend of the past three years.

Density Stratification in Upper 50 m Over the Scotian Shelf



In 2002, the annual average position of the thermal boundaries between the shelf waters and the slope waters (the Shelf/Slope front) as well as between the slope waters and Gulf Stream (the north wall of the Gulf Stream) remained essentially unchanged relative to 2001. For the Shelf/Slope front, it was seaward of its long-term average position whereas the Gulf Stream front was shoreward of its long-term average.

For more Information

Contact:

Ken Drinkwater
Bedford Institute of Oceanography
P.O. Box 1006
Dartmouth, Nova Scotia
B2Y 4A2

Tel: (902) 426-2650
Fax: (902) 426-7827
Email: drinkwaterk@mar.dfo-mpo.gc.ca

References

Drinkwater, K.F., B. Petrie, R.G. Pettipas, and W.M. Petrie. 2003. Overview of meteorological, sea ice and sea-surface temperature conditions off

eastern Canada in 2002. DFO Can. Sci. Advisory Sec. Res. Doc. 2003/024, 37 p.

Drinkwater, K., B. Petrie, R. Pettipas, L. Petrie, and V. Soukhovtsev 2003. Physical oceanographic conditions on the Scotian Shelf and in the Gulf of Maine during 2002. DFO Can. Sci. Advisory Sec. Res. Doc. 2003/026, 54 p.

This report is available from the:

Maritime Provinces
Regional Advisory Process
Fisheries and Oceans Canada
P.O. Box 1006, Stn. B203
Dartmouth, Nova Scotia
Canada B2Y 4A2

Phone number: 902-426-7070
Fax Number: 902-326-5435
e-mail address: myrav@mar.dfo-mpo.gc.ca
Internet address: www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1480-4913 (printed)
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2003

La version française est disponible à l'adresse ci-dessus.

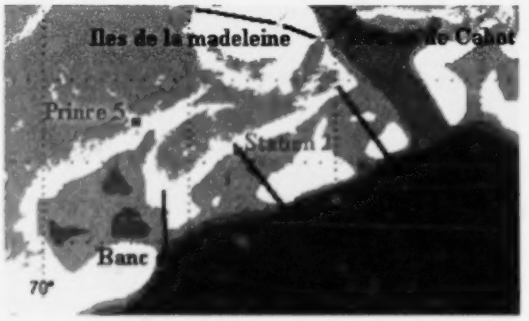
Correct citation for this publication:

DFO, 2003. 2002 State of the Ocean: Physical Oceanographic Conditions on the Scotian Shelf, Bay of Fundy and Gulf of Maine. DFO Science Ecosystem Status Report 2003/005.

Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada
Science | Sciences

Région des Maritimes | Rapport sur l'état de l'écosystème 2003/005

État de l'océan en 2002 : Conditions océanographiques physiques sur le plateau néo-écossais, dans la baie de Fundy et dans le golfe du Maine



Renseignements de base

Le milieu océanographique physique influe sur le rendement (croissance, reproduction, survie) et le comportement (distribution, capturabilité, disponibilité) des organismes marins, ainsi que sur les activités de l'industrie de la pêche. Les changements survenant dans ce milieu peuvent contribuer directement à des fluctuations dans le rendement des ressources, le potentiel reproducteur, la capturabilité, l'effectif des classes d'âge (recrutement) et la biomasse de reproducteurs, et influencer la perception de l'état des ressources ainsi que l'efficience et la rentabilité de l'industrie.

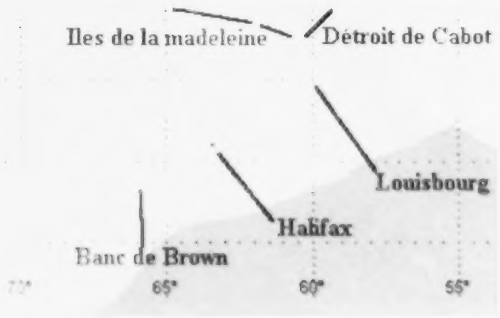
C'est pourquoi on mesure les conditions océanographiques physiques (essentiellement la température et la salinité de l'eau) lors des relevés sur les ressources effectués par les navires scientifiques et régulièrement à des stations fixes dans le cadre du ***Programme de monitorage de la zone Atlantique (PMZA)****. D'autres données hydrographiques et météorologiques ainsi que des données sur les glaces marines sont recueillies auprès de diverses sources, notamment les stations de surveillance courantes, les navires auxiliaires occasionnels, les bateaux de pêche et les moyens de télédétection (satellites) ou dans le cadre de travaux de recherche.*

Toutes les données hydrographiques sont revues avant d'être archivées dans la base de données du Service des données sur le milieu marin du Canada (SDMM). On en conserve une copie de travail à l'Institut océanographique de Bedford, dans une base de données à l'échelle zonale.

Sommaire

- Les températures annuelles moyennes de l'air sur le plateau néo-écossais, dans la baie de Fundy et dans l'est du golfe du Maine ont été supérieures à la normale.
- La quantité de glace observée au large du détroit de Cabot est restée basse pour la cinquième année de suite.
- Les températures superficielles de la mer ont été en général supérieures à la normale dans le golfe du Maine; Boothbay Harbor, dans le Maine, a connu ses températures les plus élevées depuis les années 1950; ces températures venaient au troisième rang des plus hautes en 97 ans.
- Les températures des eaux de fond ont été légèrement plus élevées que la normale sur la majeure partie du plateau néo-écossais et dans le golfe du Maine en 2002. Elles représentaient une hausse importante par rapport à 2001.
- Les salinités tendaient à être supérieures à la moyenne, en

État de l'océan en 2002 : Conditions océanographiques physiques sur le plateau néo-écossais, dans la baie de Fundy et dans le golfe du Maine



Renseignements de base

Le milieu océanographique physique influe sur le rendement (croissance, reproduction, survie) et le comportement (distribution, capturabilité, disponibilité) des organismes marins, ainsi que sur les activités de l'industrie de la pêche. Les changements survenant dans ce milieu peuvent contribuer directement à des fluctuations dans le rendement des ressources, le potentiel reproducteur, la capturabilité, l'effectif des classes d'âge (recrutement) et la biomasse de reproducteurs, et influencer la perception de l'état des ressources ainsi que l'efficience et la rentabilité de l'industrie.

C'est pourquoi on mesure les conditions océanographiques physiques (essentiellement la température et la salinité de l'eau) lors des relevés sur les ressources effectués par les navires scientifiques et régulièrement à des stations fixes dans le cadre du ***Programme de monitorage de la zone Atlantique (PMZA)****. D'autres données hydrographiques et météorologiques ainsi que des données sur les glaces marines sont recueillies auprès de diverses sources, notamment les stations de surveillance côtières, les navires auxiliaires occasionnels, les bateaux de pêche et les moyens de télédétection (satellites) ou dans le cadre de travaux de recherche.*

Toutes les données hydrographiques sont revues avant d'être archivées dans la base de données du Service des données sur le milieu marin du Canada (SDMM). On en conserve une copie de travail à l'Institut océanographique de Bedford, dans une base de données à l'échelle zonale.

Sommaire

- Les températures annuelles moyennes de l'air sur le plateau néo-écossais, dans la baie de Fundy et dans l'est du golfe du Maine ont été supérieures à la normale.
- La quantité de glace observée au large du détroit de Cabot est restée basse pour la cinquième année de suite.
- Les températures superficielles de la mer ont été en général supérieures à la normale dans le golfe du Maine; Boothbay Harbor, dans le Maine, a connu ses températures les plus élevées depuis les années 1950; ces températures venaient au troisième rang des plus hautes en 97 ans.
- Les températures des eaux de fond ont été légèrement plus élevées que la normale sur la majeure partie du plateau néo-écossais et dans le golfe du Maine en 2002. Elles représentaient une hausse importante par rapport à 2001.
- Les salinités tendaient à être supérieures à la moyenne, en

Canada

particulier à Prince 5, dans la baie de Fundy, où elles atteignaient leur plus haut niveau depuis 1980.

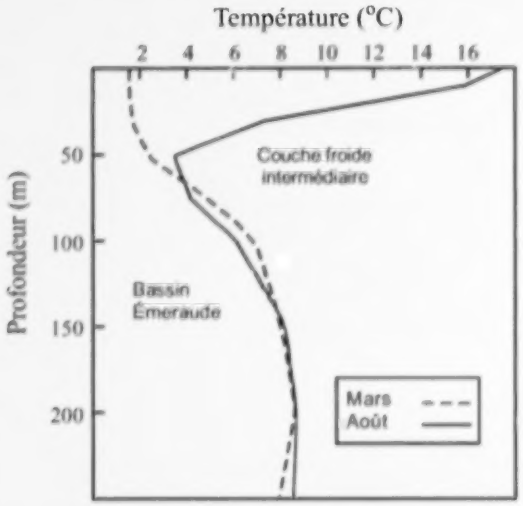
- La stratification verticale dans les 50 m supérieurs sur le plateau néo-écossais était inférieure à la moyenne et elle poursuivait la tendance à la baisse enregistrée les trois dernières années.

Conditions moyennes

La température et la salinité sur le plateau néo-écossais ainsi que dans la baie de Fundy et le golfe du Maine varient dans l'espace en fonction de la topographie complexe du fond marin, du transport depuis des sources situées en amont, comme le golfe du Saint-Laurent, de la fonte des glaces marines au printemps et des échanges avec les eaux adjacentes du talus frontal. Les propriétés de l'eau se caractérisent également par d'importants cycles saisonniers, des différences selon la profondeur et des gradients horizontaux d'est en ouest et de la côte au large.

La plage de températures saisonnières de l'eau sur le plateau néo-écossais diminue avec la profondeur. À la surface, elle est d'environ 16 °C, mais on observe très peu de changements saisonniers, voire aucun, à des profondeurs supérieures à environ 150 à 200 m. Dans les zones peu profondes du golfe du Maine, comme le haut-fond Lurcher, la baie de Fundy et le banc Georges, le cycle saisonnier change beaucoup moins selon la profondeur, à cause du brassage vertical provoqué par les forts courants de marée.

En hiver, la colonne d'eau dans les zones profondes du plateau néo-écossais comporte deux couches séparées par une zone de transition, comme on peut le voir dans le graphique illustrant les variations de température en fonction de la profondeur dans le bassin Émeraude.



La couche supérieure est brassée par les vents hivernaux et renferme de l'eau froide de faible salinité. La couche inférieure est formée d'eau relativement chaude et salée. Cette dernière vient du talus frontal et pénètre sur le plateau par des ravines ou chenaux profonds. En été, le réchauffement saisonnier crée une mince couche supérieure chaude de 30 à 40 m. Les eaux de refroidissement hivernal forment une couche froide intermédiaire (CFI, de 40 à 150 m) et la couche inférieure chaude demeure inchangée. On observe des variations de cette structure verticale en divers endroits du plateau. Les eaux chaudes du large ne pénètrent pas dans l'est du plateau néo-écossais, de sorte que les eaux typiques de la CFI (températures inférieures à 5° C) s'étendent jusqu'au fond. De plus, dans toutes les parties du plateau néo-écossais où les profondeurs ont moins de 150 mètres, il n'y a pas de couche inférieure chaude. Dans les zones à forts courants de marée, comme au sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, les

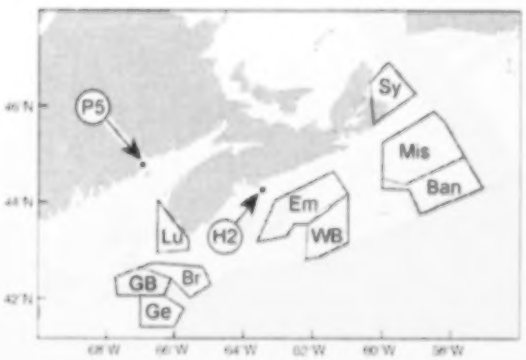
eaux sont bien brassées verticalement, même en été.

La température et la salinité augmentent généralement d'est en ouest et de la côte au large, sous l'influence des eaux du large plus chaudes et plus salées, et de l'apport d'eau plus douce du golfe du Saint-Laurent. Ainsi, en été à 50 mètres, au sein de la CFI, la température de l'eau se situe généralement entre 0 et 3 °C dans tout l'est du plateau néo-écossais, entre 3 et 8 °C dans la majeure partie du centre du plateau et entre 6 et 9 °C dans la partie ouest du plateau néo-écossais, dans l'est du golfe du Maine et dans la baie de Fundy. La seule exception à la tendance générale des distributions horizontales concerne les températures de surface en été, qui augmentent d'ouest en est en raison de l'apport d'eaux chaudes de surface provenant du golfe du Saint-Laurent.

Les températures observées près du fond sont à peu près du même ordre qu'à 50 mètres, sauf dans la partie centrale du plateau, où la plage de températures passe à 3-9 °C, cette plage plus élevée étant due à l'intrusion d'eau chaude du large.

Tendances temporelles à long terme

Les températures de l'eau sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Maine sont parmi les plus variables de l'Atlantique Nord d'année en année. Les données sur cette variabilité sont tirées de plusieurs sources. Les données à long terme sur la température de l'eau en surface dans la zone côtière proviennent de Halifax et de St. Andrews. La surveillance hydrographique à long terme dans les eaux du large de la région s'effectue à partir de la station de Prince 5 (P), située à l'embouchure de la baie de Fundy, et d'un nouveau poste de surveillance, établi en 1998 et situé à l'emplacement de la station régulière 2, sur l'axe de Halifax (H2). On recueille des données mensuelles sur la température et la salinité à Prince 5 depuis les années 1920. Dans le cadre du Programme de monitorage de la zone Atlantique (PMZA), on a aussi effectué de nouveau des observations sur des transects réguliers, dont l'axe de Halifax. De plus, on a établi des séries chronologiques de la température pour plusieurs autres régions, à partir de données recueillies lors de relevés sur les ressources halieutiques et d'études océanographiques.



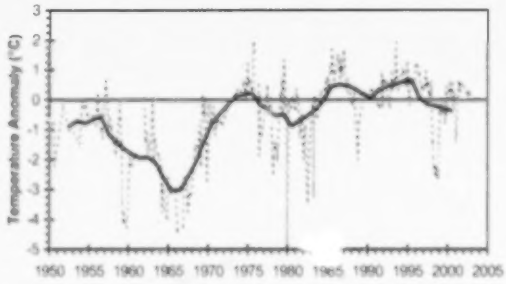
Sy - baie de Sydney
Ban - Banquereau
WB - banc Western
Lu – haut-fond Lurcher
GB - bassin Georges
P5 - Prince 5
Mis - banc de Misaine
Em - bassin Émeraude
H2 - Station 2, Halifax
Br - banc Browns
Ge - banc Georges

Pour déceler les tendances temporelles de la température, on fait abstraction du cycle saisonnier en calculant les écarts (anomalies) de température par rapport aux moyennes mensuelles à long terme (1971-2000) de chaque région. La variabilité interannuelle est également exprimée sous forme d'anomalies. À l'exception de la série de Prince 5, les données de la plupart des régions sont très limitées avant 1950.

En général, les séries de données sur la température se caractérisent par des pointes de courte période, superposées sur des tendances de longue période (10 à 30 ans) ayant une amplitude de 1 à 2 °C. Les pointes représentent souvent des « bruits » dus en grande partie au nombre limité de données et présentent généralement peu de ressemblance d'une région à l'autre; en revanche, les tendances de longue période dénotent une grande similitude sur une bonne partie du plateau néo-écossais et du golfe du Maine. Dans les tracés chronologiques présentés ici, les lignes pointillées représentent les moyennes mensuelles et les lignes pleines représentent la moyenne mobile des moyennes annuelles sur cinq ans.

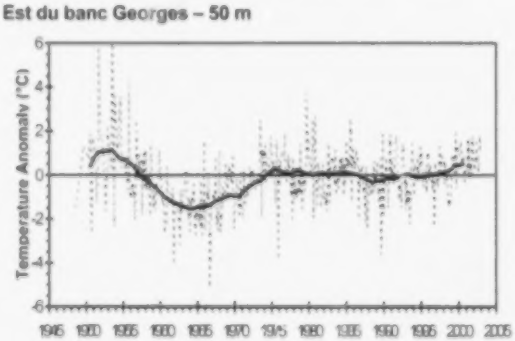
Le régime des températures dans le bassin Émeraude est représentatif des tendances de longue période dans les eaux profondes qui se manifestent partout dans le centre et l'ouest du plateau ainsi que dans le golfe du Maine. Les températures étaient proches de la moyenne ou supérieures à celle-ci dans les années 1950 et sont tombées sous la moyenne dans les années 1960. C'est au milieu des années 1960 qu'on a enregistré la plus longue période de basses températures. Les températures ont augmenté rapidement à la fin des années 1960 et, des années 1970 à 1997, elles sont dans l'ensemble demeurées supérieures à la moyenne. De fait, dans les années 1990, on a observé les plus fortes anomalies persistantes de température de la série, qui porte sur environ 50 ans. En 1998, on a noté un rapide déclin vers des niveaux qu'on n'avait pas vus depuis le début des années 1980 et les années 1960. Ces eaux froides ont été remplacées par des eaux dont la température approchait de la moyenne à long terme en 1999 et était supérieure à cette moyenne en 2000 et 2001. L'évolution des températures en 2002 est décrite plus en détail dans la deuxième partie du présent document.

Bassin Émeraude – 250 m



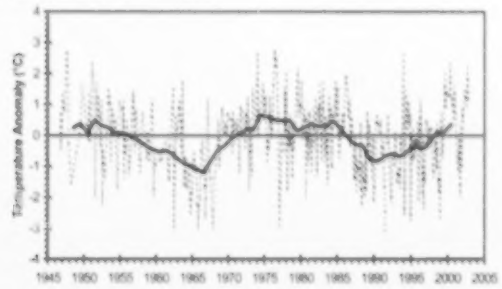
Dans les eaux moins profondes du dessus du plateau, les tendances de la température ressemblaient à celles qui ont été observées en eau profonde jusqu'au milieu des années 1980. Les températures dans l'est du banc Georges, qui sont représentatives de celles des bancs du large, y compris le banc Browns et le banc Western, tendaient à être supérieures à la moyenne durant la plus grande partie des années 1970 et 1980, mais elles ont baissé légèrement à la fin des années 1980. Tout au long des années 1990, les anomalies de température ont varié au-dessus et en dessous de zéro, mais les moyennes mobiles sur cinq ans sont généralement restées au-dessus de la normale ces dernières années.

Est du banc Georges – 50 m



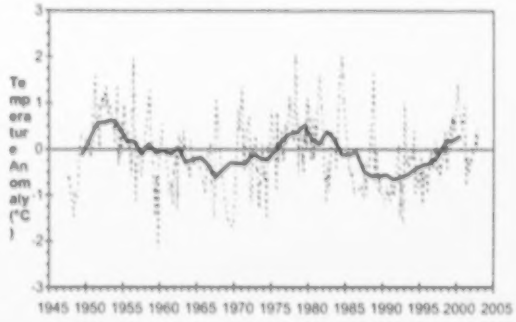
Dans les eaux côtières peu profondes du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse (haut-fond Lurcher), les températures ont nettement fléchi du milieu des années 1980 au début des années 1990, pour atteindre des niveaux comparables à ceux de la période froide des années 1960. Elles sont généralement demeurées inférieures à la moyenne du milieu des années 1980 à la fin des années 1990. En 1999 et en 2000, elles sont montées au-dessus de la normale, mais elles on chuté considérablement en 2001.

Haut-fond Lurcher – 50 m



Dans les eaux intermédiaires et profondes de l'est du plateau, par exemple sur le banc de Misaine, l'amplitude des températures de longue période est moindre (de l'ordre de 1 °C) que sur le reste du plateau. De plus, les anomalies de basse température observées durant les années 1960 n'étaient pas aussi marquées qu'ailleurs sur le plateau néo-écossais, notamment dans le bassin Émeraude ou sur le haut-fond Lurcher. De la fin des années 1960 au milieu des années 1970, les températures de l'eau sur le banc de Misaine ont oscillé alentour ou au-dessus de la moyenne. Vers 1980, les températures sont montées au-dessus de la moyenne, mais dès le milieu des années 1980 elles avaient chuté considérablement. Les températures sont demeurées généralement inférieures à la normale dans la majeure partie de la colonne d'eau jusqu'à la fin des années 1990. La température la plus basse a été enregistrée au début des années 1990, après quoi on a assisté à un accroissement des anomalies de température; en 1999 et 2000 celles-ci se situaient au-dessus de la moyenne à long terme, mais elles sont tombées sous la moyenne en 2001. Dans les zones côtières de l'est (p. ex. dans le Sydney Bight) et sur les bancs du large (p. ex. sur le Banquereau), les tendances des températures à long terme sont comparables à celles de la région du banc de Misaine.

Banc de Misaine – 100 m

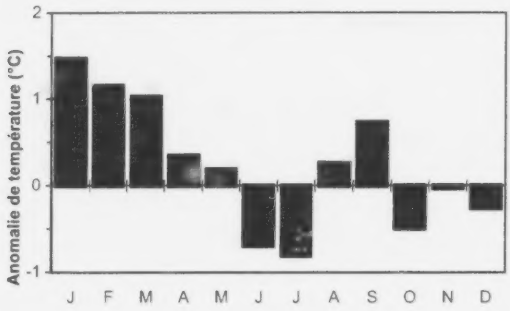


Dans les eaux profondes du détroit de Cabot, les températures étaient à leur plus bas durant les années 1960, mais elles sont restées proches de la moyenne ou supérieures à celle-ci ces dernières années.

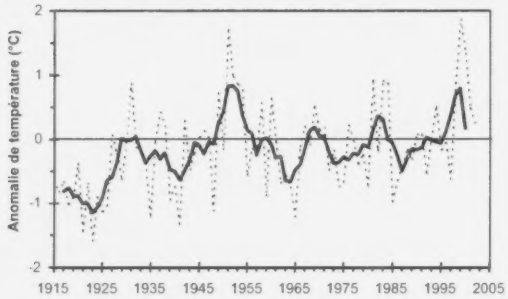
Les tendances générales des températures décrites ci-dessus se reflètent dans les séries chronologiques des moyennes stratifiées des températures observées près du fond, établies dans le cadre des relevés réalisés en été par les navires scientifiques dans la baie de Fundy (division 4X de l'OPANO) ainsi que dans l'ouest (4X), le centre (4W) et l'est (4Vs) du plateau néo-écossais.

Conditions en 2002

Températures de l'air à l'île de Sable
Anomalies mensuelles en 2002



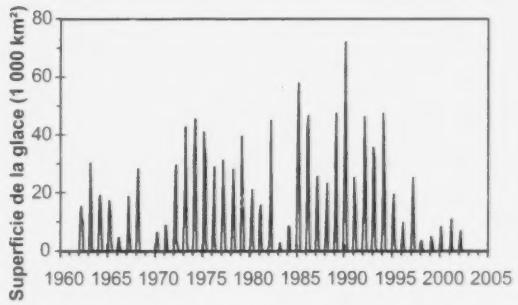
Série chronologique annuelle



Les températures annuelles de l'air observées en 2002 au-dessus du plateau néo-écossais, de la baie de Fundy et de l'est du golfe du Maine étaient supérieures à la normale. Cela était dû principalement aux conditions chaudes de l'hiver, du début du printemps et de la fin de l'été. L'anomalie mensuelle maximale (>1,5 °C) a été enregistrée en janvier. Quoique l'année 2001 ait été plus chaude que la moyenne, la température annuelle a diminué pour la troisième année d'affilée après la haute température record de 1999.

La quantité de glace marine observée au large du détroit de Cabot en 2002 est restée basse pour la cinquième année consécutive. La plupart de cette glace était concentrée dans la région du Sydney Bight et très peu de glace a atteint le plateau néo-écossais lui-même. Le nombre total de jours durant lesquels il y avait de la glace au-delà du détroit de Cabot en 2002 venait au troisième rang des plus bas et la couverture de glace intégrée (somme des superficies quotidiennes de la glace) venait au deuxième rang des plus basses en 41 ans.

Superficie mensuelle moyenne de la glace marine au-delà du détroit de Cabot

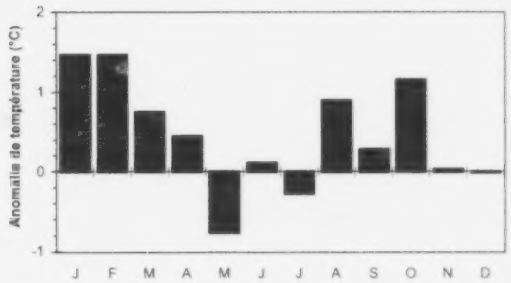


En 2002, les températures mensuelles moyennes des eaux de surface dans les zones côtières du golfe du Maine étaient supérieures à la normale, poursuivant la tendance à des anomalies de température positives qui a persisté tout au long des années 1990. À Boothbay Harbor, dans le Maine, les températures ont été les plus chaudes depuis les années 1950 et elles venaient au troisième rang des plus hautes en 97 ans. À St. Andrews (N.-B.), les températures de 2002 venaient au neuvième rang des plus hautes en 81 ans. En revanche, à Halifax, les températures mensuelles moyennes ont été en général inférieures à la normale, comme en 2001, et inférieures aux températures élevées enregistrées en 1999 et 2000.

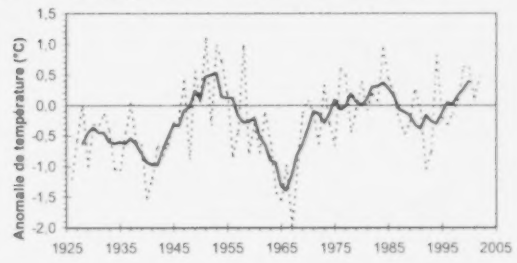
À Prince 5, les températures mensuelles moyennes dans la totalité de la colonne d'eau étaient dominées par des conditions supérieures à la normale. Les

températures annuelles moyennes Les températures annuelles moyennes étaient aussi supérieures à la normale. Dans toutes les profondeurs, les températures étaient plus hautes qu'en 2001. Les anomalies de salinité annuelles observées à Prince 5 étaient supérieures à la normale, en très nette hausse par rapport aux valeurs de 1999-2001 et bien au-dessus des faibles salinités des années 1990. La salinité annuelle moyenne était la plus haute depuis 1980.

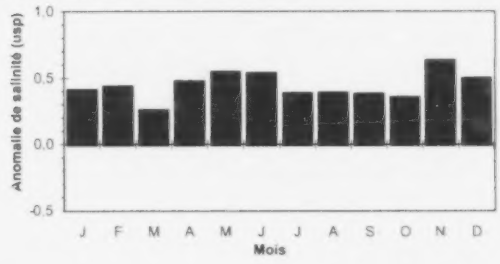
Prince 5 – 0 m
Anomalies de températures mensuelles - 2002



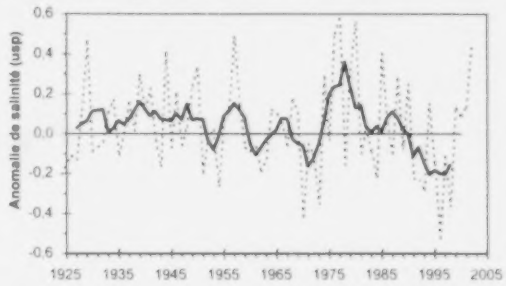
Série chronologique des températures annuelles



Anomalies de salinité mensuelles - 2002



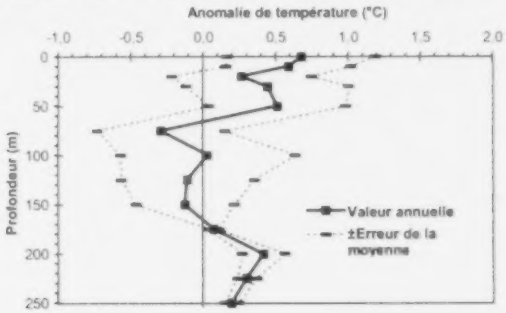
Série chronologique des salinités annuelles



Dans le chenal Laurentien, vers l'est du plateau néo-écossais, les températures des eaux profondes (200-300 m) du détroit de Cabot étaient supérieures à la normale en 2002 et elles étaient comparables aux valeurs de 2000 et 2001. Elles se situent à des niveaux qu'on n'avait plus vus depuis la fin des années 1970.

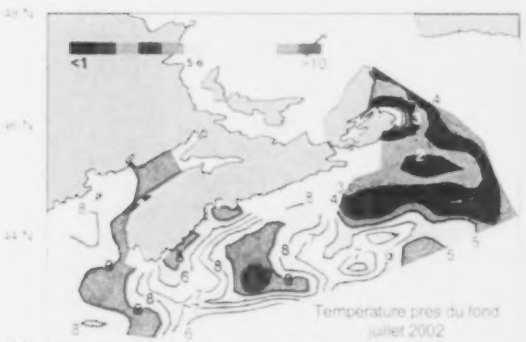
Tout au long de 2002, les eaux du bassin Émeraude tendaient à être plus chaudes que la normale, tant dans les 50 m supérieurs que près du fond (250 m); cela s'est traduit par des anomalies de température annuelles positives. À mi-hauteur (de 75 à 175 m), toutefois, on a observé des températures annuelles sous la normale, qui n'ont cependant pas été jugées très différentes des moyennes à long terme, compte tenu de l'erreur des moyennes.

Bassin Émeraude
Profil de l'anomalie annuelle des températures – 2002

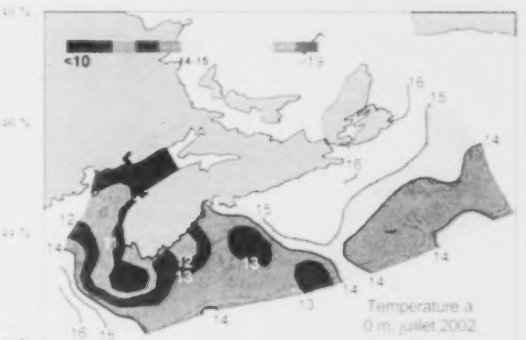


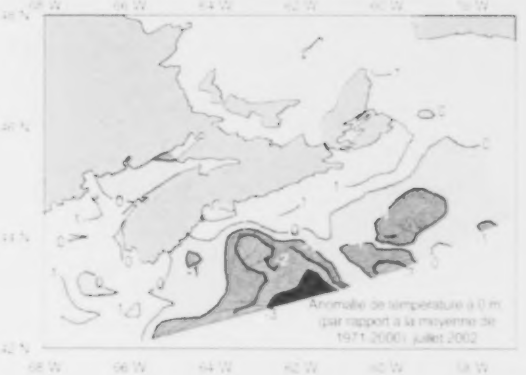
Les températures à proximité du fond sur la majeure partie du plateau néo-

écossais au cours du relevé sur le poisson de fond de juillet 2002 étaient pour la plupart supérieures à la normale. Les quelques secteurs où ces températures étaient sous la normale se trouvaient surtout dans le nord-est. Dans toutes les régions du plateau néo-écossais et de la baie de Fundy, ces températures avaient sensiblement augmenté par rapport à 2001. Cela s'est traduit par un retour aux conditions observées dans les années 1990. Les températures à proximité du fond dans les bassins Émeraude et LaHave, au centre du plateau, étaient de >9 °C, ce qui dénotait l'influence des eaux chaudes du talus frontal. Les anomalies de température à 50 m et à 100 m dans le relevé de juillet étaient aussi dominées par des anomalies positives, mais avec de plus grandes zones de températures plus basses que la normale qu'à proximité du fond.



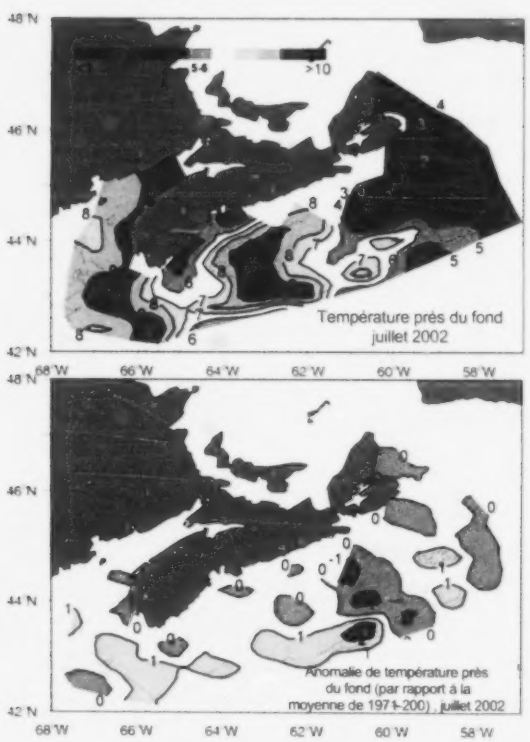
Les températures à la surface durant le relevé sur le poisson de fond de juillet 2002 oscillaient entre plus de 16 °C dans le nord-est et <11 °C dans la baie de Fundy. Sur les deux tiers extérieurs du plateau, les anomalies de température dénotaient des températures inférieures à la normale, l'écart dépassant les -2 °C, dans certaines parties des bassins Émeraude et LaHave. On a observé des températures supérieures à la normale dans le golfe du Maine, au large du sud de la Nouvelle-Écosse, ainsi que dans les eaux côtières du plateau néo-écossais, depuis le chenal Laurentien jusqu'à un secteur situé au sud de la baie de Lunenburg.



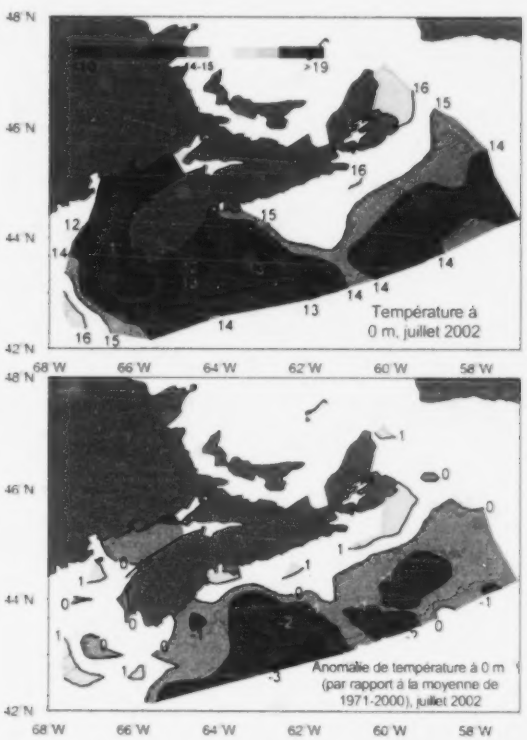


Dans l'océan, les eaux légères se superposent aux eaux plus denses. Les différences de densité sont dues à des différences dans les caractéristiques de la température et de la salinité selon la profondeur. La différence de densité due

écossais au cours du relevé sur le poisson de fond de juillet 2002 étaient pour la plupart supérieures à la normale. Les quelques secteurs où ces températures étaient sous la normale se trouvaient surtout dans le nord-est. Dans toutes les régions du plateau néo-écossais et de la baie de Fundy, ces températures avaient sensiblement augmenté par rapport à 2001. Cela s'est traduit par un retour aux conditions observées dans les années 1990. Les températures à proximité du fond dans les bassins Émeraude et LaHave, au centre du plateau, étaient de >9 °C, ce qui dénotait l'influence des eaux chaudes du talus frontal. Les anomalies de température à 50 m et à 100 m dans le relevé de juillet étaient aussi dominées par des anomalies positives, mais avec de plus grandes zones de températures plus basses que la normale qu'à proximité du fond.



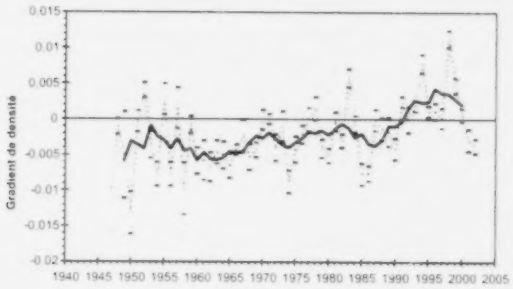
Les températures à la surface durant le relevé sur le poisson de fond de juillet 2002 oscillaient entre plus de 16 °C dans le nord-est et <11 °C dans la baie de Fundy. Sur les deux tiers extérieurs du plateau, les anomalies de température dénotaient des températures inférieures à la normale, l'écart dépassant les -2 °C. dans certaines parties des bassins Émeraude et LaHave. On a observé des températures supérieures à la normale dans le golfe du Maine, au large du sud de la Nouvelle-Écosse, ainsi que dans les eaux côtières du plateau néo-écossais, depuis le chenal Laurentien jusqu'à un secteur situé au sud de la baie de Lunenburg.



Dans l'océan, les eaux légères se superposent aux eaux plus denses. Les différences de densité sont dues à des différences dans les caractéristiques de la température et de la salinité selon la profondeur. La différence de densité due

à la profondeur est appelée stratification de densité. Tout au long des années 1990, la stratification de densité verticale moyenne dans les 50 m supérieurs de l'ensemble du plateau néo-écossais a considérablement augmenté. Du milieu à la fin des années 1990, cet indice de stratification se situait à son maximum de la série d'environ 50 ans, ou s'en approchait. Toutefois, on n'a pas observé d'accroissement de la stratification de densité dans le golfe du Maine. Les changements de stratification observés sur le plateau néo-écossais étaient dus surtout à un refroidissement des eaux proches de la surface occasionné par l'advection d'eaux de faible salinité provenant du large des Grands Bancs. Au fur et à mesure que la stratification augmente dans les couches supérieures, le brassage vertical diminue, ce qui peut réduire l'apport de nutriments dans les eaux de surface. En 2002, la stratification était inférieure à la moyenne et a poursuivi sa tendance à la baisse des trois dernières années.

Stratification de densité dans les 50 m supérieurs du plateau néo-écossais



En 2002, la position annuelle moyenne des limites thermiques entre les eaux du plateau et les eaux du talus continental (front plateau/talus) ainsi qu'entre ces dernières et le Gulf Stream (façade nord du Gulf Stream) est restée pour l'essentiel inchangée par rapport à 2001. En ce qui concerne le front plateau/talus, il s'est déplacé au-delà de sa position moyenne à long terme, tandis que le front du Gulf Stream se situait en deçà de sa moyenne à long terme.

Pour obtenir de plus amples renseignements,

communiquez avec :

Ken Drinkwater
Institut océanographique de Bedford
C. P. 1006
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
B2Y 4A2

Tél: (902) 426-2650
Fax: (902) 426-7827
Courriel: drinkwaterk@mar.dfo-mpo.gc.ca

Bibliographie

Drinkwater, K.F., B. Petrie, R.G. Pettipas, and W.M. Petrie. 2003. Overview of meteorological, sea ice and sea-surface conditions off eastern Canada in 2002. MPO, Secr. can. pour l'éval. des stocks, Doc. rech. 2003/024, 37 p.

Drinkwater, K., B. Petrie, R. Pettipas, L. Petrie and V. Soukhovtsev 2003. Physical oceanographic conditions on the Scotian Shelf and in the Gulf of Maine during 2002. MPO, Secr. can. pour l'éval. des stocks, Doc. rech. 2003/026, 54 p.

Distribué par le :

Bureau du processus consultatif régional
des provinces Maritimes
Ministère des Pêches et des Océans
C.P. 1006, Succ. B203
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2
Téléphone : 902-426-7070
Fax : 902-426-5435
Courriel : myrav@mar.dfo-mpo.gc.ca

Adresse Internet : http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN : 1480-4921 (imprimé)
© Sa Majesté du chef du Canada, 2003

An English version is available on request at the above address.

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO, 2003. État de l'océan en 2002 : Conditions océanographiques physiques sur le plateau néo-écossais, dans la baie de Fundy et dans le golfe du Maine. MPO – Sciences, Rapport sur l'état de l'écosystème 2003/005.